

[Research Paper]

## 피난기구 사용시간 실험분석을 통한 안전체험교육 개선방안

이정일 · 이성은<sup>\*†</sup>

국가민방위재난안전교육원 행정주사, \*호서대학교 소방방재학과 교수

## Plans to Improve Safety Experience Education through the Experimental Analysis of Evacuation Equipment

Jeong Il Lee · Sung Eun Lee<sup>\*†</sup>

Junior Official for Administration, National Civil Defense and Disaster Management Training Institute, Ministry of the Interior and Safety,

\*Professor, Dept. of Fire and Disaster Protection Engineering, Hoseo Univ.

(Received November 20, 2019; Revised December 10, 2019; Accepted December 10, 2019)

### 요 약

본 논문은 피난기구의 사용시간 실험분석을 통한 안전체험교육 개선에 관한 방향을 알아보기 위해 진행되었다. 연구를 위해 피 실험자들을 체격과 체중이 비슷한 그룹으로 나누어 구성하였고, 4가지 피난기구를 직접 체험하게 함으로서 체험시간을 측정하여 분석하였다. 피난기구 설치에서부터 탈출까지의 전체시간 분석에서 완강기-경사식구조대-수직구조대-공기안전매트 순으로 탈출시간이 소요되었다. 피난기구의 탈출시간만 분석했을 경우에는 공기안전매트-경사식구조대-완강기-수직구조대 순으로 탈출시간이 분석되었다. 완강기의 1차 2차 실험에서 나타난 것처럼 1차 시간은 경험 후에 2차 시도에서 시간이 줄어들었다. 이처럼 체험을 통한 교육은 행동의 자신감 증가와 시간의 관리가 가능한 것으로 나타났다. 본 연구의 결론으로 안전교육의 목표는 인명과 재산피해의 최소화이고, 이를 위한 노력으로 많은 사람들에게 교육을 통해 최소화 하는 방법과 자신의 안전을 지키는 교육을 진행한다. 그러므로 더 많은 사람들에게 이러한 효과를 가져 오기 위해서는 체험교육을 통해 학습효과를 높이고, 자기안전을 지키게 하는 노력이 필요하다.

### ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the direction of improvement of safety experience education through the analysis of the evacuation time experiment. For the study, test subjects were divided into groups of similar body size and weight. The test subjects were directly experienced four evacuation devices, and the experience time was measured. As a result of the analysis of the total time from the installation of the evacuation device to the escape, the time was measured in the order of Descending Life Line-Tilt-Down Rescue Line-Vertical Escape Chute-air safety mat. In the case of evaluating the evacuation time using evacuation mechanisms, the evacuation time was measured in the order of air safety mat-Tilt-Tilt-Down Rescue Line-Descending Life Line-Vertical Escape Chute. In the first and second experiments of the Descending Life Line, time differences were observed. The escape time using the Descending Life Line was reduced in the second experiment than in the first experiment. As shown in this result, education through experience has shown that behavioral confidence and time can be managed. The conclusion of this study is that the goal of safety education is to minimize human life and property damage. Therefore, in order to bring this effect to more people, it is necessary to make efforts to keep self-safe through experiential education.

**Keywords :** Safety education, Fire safety, Evacuation, Evacuation instrument, Safety experience

### 1. 서 론

최근 10년 동안의 우리나라의 화재발생 건수는 지속적

으로 증가하는 경향을 보이고 있다. 2018년 소방청의 통계 자료에 따르면 2017년 총 화재건수가 44,413건, 인명피해 2,197명, 재산피해 506,914백만원이고 화재장소별 발생순

<sup>†</sup>Corresponding Author, E-Mail: [lse@hoseo.edu](mailto:lse@hoseo.edu). TEL: +82-41-540-5735, FAX: +82-41-540-5738

© 2019 Korean Institute of Fire Science & Engineering. All right reserved.

서는 비주거 15,949건, 주거 11,765건 등으로 나타났다<sup>(1)</sup>. 장소별 인명피해 순서는 총 2,197명 중 주거 991명, 비주거 809명 등으로 나타났다. 그리고 인구의 대부분이 아파트, 다세대 주택, 복합주거지 등에 75% 거주하는 것으로 되어 있으나, 화재발생 대비 피난체계가 구체적으로 명시되어 있지 않고, 피난설비와 피난기구의 사용을 모르는 거주자들이 대부분 78%인 것으로 나타났다<sup>(2)</sup>. 최근 제천화재(2017), 밀양화재(2018), 남동공단화재(2018) 등 대형 화재 사고로 인한 인명과 재산피해가 계속발생하고 있는 추세이다. 이렇게 다양하게 발생하는 화재로 인한 사회재난 사고를 방지하고 건물 내의 재실자의 안전을 지키기 위한 좋은 방법은 위기의 상황이 발생하지 않도록 예방과 대비를 미리 해 두는 것이지만, 실제로 사고를 예측하기 어려우므로, 위기상황에서 스스로가 대응을 적절히 잘하여 대피하는 것이라 할 수 있다<sup>(3)</sup>. 그러기 위해서는 피난시설을 이용하거나 피난설비와 기구를 이용하여 대피하는데 사용하는 수단을 활용하게 된다. 위기상황에서 일반인들이 피난설비와 피난기구 활용방법에 대해 정확히 알고 있어야 생명을 보호하기 위한 적절한 대응을 할 수 있다. 위기상황에서 일반인들이 피난설비와 피난기구 활용방법에 대해 정확히 알고 있어야 생명을 보호하기 위한 적절한 대응을 할 수 있다<sup>(4)</sup>. 이러한 이유로, 안전교육에 피난설비와 기구의 내용이 선행되어야 하지만 현재는 교육을 위한 어떠한 근거나 제도가 없기 때문에, 안전에 필요한 체험교육이 이루어지지 않고 있다. 이처럼 현대사회의 다양한 변화와 건축물들은 건축기술 발달로 고층화, 심층화, 대형화, 다양화 되면서 각종 소방 시설 및 내부 안전설비도 여러 가지 형태로 다양해지고 화재 발생으로 인해 인적, 물적 피해가 증가하고 있는 상황이고, 최소한의 인명피해를 줄이기 위해서라도 위기상황에 대비할 수 있는 대응체계와 위기를 극복하는 대비의 행동능력들을 키우는 노력이 필요하다<sup>(5)</sup>.

### 1.1 연구의 필요성 및 목적

선행연구들을 통해 다음과 같은 내용들을 확인할 수 있었다. 피난기구는 건물 안에서 화재나 사고 발생 시 사용할 수 있는 도구이지만 실제 건축법, 소방법 등의 이원화로 설치기준과 사용에 대한 기준도 애매한 경우도 많이 있다. 그리고 피난기구에 대한 명확한 사용방법과 설치된 내용을 교육하지 않아 건축물에 설치되어 있음에도 불구하고, 일반인들은 사용방법을 모르거나 그에 대한 지식이 부족한 경우가 대부분인 것으로 나타났다. 그리고 이러한 상황에 대한 문제점 제기는 다양한 연구에서 제시하고 있지만, 해결되지 못하는 상황이며, 개선방향이 명확하게 제시되지 못하고 있다.

이에 본 연구는 건축물에 가장 많이 설치되어 있는 피난기구 4개를 선정하여 피난기구의 사용성에 대한 실험을 통해 각 피난기구의 시간을 분석하여, 안전체험교육이 필요한 표준화된 교육방법을 개발하고자 진행하였다.

## 2. 연구방법

### 2.1 연구대상 및 실험방법

실험대상은 일반 성인남녀를 대상으로 각 피난기구 별 20명을 선정하여 실험측정을 진행하였다. 대상자들의 연령은 20~50대로 구성하였고, 키 165 cm~185 cm 이하, 몸무게 70 kg 이상~80 kg 미만으로만 대상자를 선정하였다. 실험에서 중요하게 작용될 수 있는 변수중의 하나인 몸무게는 큰 차이가 없도록 70 kg이상 80 kg 미만의 대상자들로 구성하였다. 그리고 여성과 남성의 실험 결과차이는 존재할 수 있는 신체조건 차이, 운동능력차이, 고소공포증의 가능성을 고려하여 모두 남성으로 배정하였다. 실험에 대한 설명은 피 실험자들에게 사전에 설명하고, 동의를 구한 후, 실시하였으며, 고소공포증이 있거나, 몸이 불편하거나, 두려움이 있는 대상자들은 연구대상에서 제외하였다.

완강기, 수직구조대, 경사식구조대 실물실험 대상지의 4층 높이에서 실험을 실시하였으며, 공기안전매트는 안전상의 현실을 고려한 3층 높이에서 실시하였다. 총 80명(남: 80명)의 피 실험자를 대상으로 실험이 진행되었다. 연령별로는 20대 30대, 40대, 50대를 대상으로 실시하였다. 피 실험자가 피난기구를 사용하여 대피를 하는 전 과정은 디지털캠코더를 사용하여 녹화 진행하였으며 전체 내용을 반복 분석하였다.

연구기간은 2018년 4월부터 2019년 10월까지 실험장소 C지역의 안전체험시설과 K지역의 안전체험시설에서 진행하기로 하고, 대상자와의 시간을 조정하여 진행하였다. 피 실험자들의 신체특징은 몸무게 중심으로 구성하였고, 70 kg~80 kg의 성인남성을 대상으로 하였다.

공동주택에서 설치하도록 되어 있는 피난기구의 종류 Table 1를 보면 3층 이상은 미끄럼대, 피난교, 피난사다리, 구조대, 완강기, 피난용트랩, 공기안전매트 등이 있고, 4층 이상인 경우에는 피난사다리, 구조대, 완강기, 피난교, 공기안전매트 등이 있다. 이처럼 가장 많이 설치되는 피난기구의 종류로는 Figure 1에서처럼 완강기(DLL), 경사식구조대(TDRL), 수직구조대(VEC), 공기안전매트(ASM) 등이 있다.

Table 1. Adaptation of Evacuation Equipment in Apartments

|  | Apartment House   |
|--|---|
| Second floor                                 | Slide structure, Evacuation ladder, Rescue line, Descending life line, Evacuation bridge, Evacuation trap, Air safety mat   |
| Third floor                                  | Slide structure, Evacuation bridge, Evacuation ladder, Rescue line, Descending life line, Evacuation trap, Air safety mat, Simple descending life line, Evacuation rope |
| 4th floor and above,<br>10th floor and below | Evacuation ladder, Rescue line, Descending life line, Evacuation bridge, Simple descending life line, Air safety mat  |



Figure 1. Evacuation equipment.

Table 2. DLL Experimental Procedure

| Stage Classification | Descending Life Line Training Scenario  |
|----------------------|---|
| Explanation          | Usage, Precautions, Checklist   |
| Preparations         | Pull the support out the window<br>Hang the stud hooks on the support rings.<br>Throw the reel out of the window. |
| Descent preparation  | Fasten your waning belt to your chest.<br>Keep your back and your legs ready to descend.                          |
| Descent              | Go down the wall safely.  |
| Escape               | Complete evacuation and take off the belt.  |



Figure 2. DLL experimental procedure 4 steps.

2.2 피난기구별 실험절차

완강기 실험과정은 Figure 2, Table 2에서처럼 4단계로 구분된다. 1단계는 완강기를 지지대에 연결하고, 탈출을 위

Table 3. Experimental Procedure

| Stage Classification | Time Analysis Range   | Measure (s)   |
|----------------------|---|---------------|
| Explanation          | Explain how to use each evacuation device.                            | Measure (300) |
| Precautions          | Explanation of precautions of each evacuation device.                 | Measure (300) |
| Installation Time    | Evacuation equipment installation time to completion                  | Measure (0)   |
| Descent location     | Ready to descent  | Measure (0)   |
| 12, 7, 3 m           | The process of descending evacuation equipment                        | Measure (0)   |
| Ground               | Time to move from dropped point                                       | Measure (0)   |
| Next escape          | Preparation process before evacuation equipment can be used by others | Measure (0)   |

한 안전띠를 착용하는데 까지 과정이다. 2단계는 피 실험자가 낙하위치 지점까지 위치하는 과정이다. 3단계는 피 실험자가 탈출을 결정하고 몸이 아래로 이동되는 과정을 측정이다. 4단계는 피 실험자가 바닥에 착지하고 완강기 안전띠가 다음사람이 탈 수 있도록 끝까지 올라가도록 당긴 후, 안전띠를 벗는데 까지 과정이다.

본 연구의 4가지 피난기구 연구실험 절차는 다음과 같다.

연구의 실험단계는 총 7단계로 Table 3에서처럼 구분하여 분석하였다. 사용법설명 5(300 s)분, 주의사항 설명 5(300 s)분은 지정된 시간이고, 피난기구설치시간, 하강준비 위치시간, 높이 12 m, 7 m, 3 m 별 시간측정, 지상도착 시간, 다음사람 탈출가능시간까지 7가지 기준으로 단계별 시간분석 구간을 초(s) 단위로 정하였다.

완강기의 실험구분은 Figure 2에서처럼 설치준비-하강준비-하강-탈출 등 4단계로 나누어 진행하였다. 수직구조대 실험과정은 Figure 3, Table 4에서처럼 4단계로 구분된다. 1단계는 수직구조대가 설치되는 과정이다.

본 실험에서는 모두 설치된 상태로 실험을 진행하였고, 설치시간은 반복적인 설치를 반복하여 평균시간으로 결정하였다. 2단계는 낙하위치과정으로 피 실험자가 수직구조대 입구에 입수하여 위치하는 과정이다. 3단계는 피 실험자가 아래로 내려가는 움직임이 관찰되는 하강하는 과정으로 바닥까지 안착하는 과정이다. 4단계는 피 실험자가 수직구조대 안에서 밖으로 나와서 걸어 나가는데 까지 과정이다.

경사식구조대 실험과정은 Figure 4, Table 5에서처럼 4단계로 구분된다. 1단계는 경사식구조대가 설치되는 과정이다. 본 실험에서는 모두 설치된 상태로 실험을 진행하였고, 설치시간은 반복적인 설치를 반복하여 평균시간으로 결정하였다. 2단계는 낙하위치과정으로 피 실험자가 경사식구조

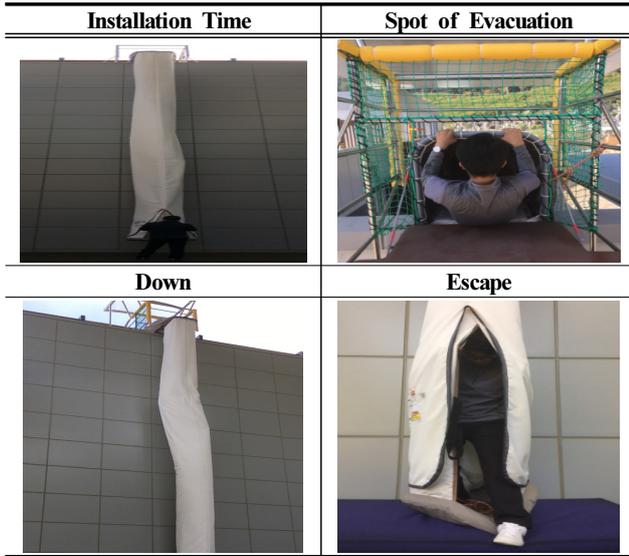


Figure 3. VEC experimental procedure 4 steps.

Table 4. Vertical Escape Chute Experimental Steps

| Stage classification | Vertical Escape Chute Training Scenario                 |
|----------------------|---|
| Explanation          | Usage, Precautions, Checklist                           |
| Preparations         | Open the rescue box and lower the Vertical escape chute |
| Descent preparation  | Put the bridge at the entrance and prepare to descend.  |
| Descent              | Go down safely  |
| Escape               | Complete evacuation and leave the area.                 |

대 입구에 입수하여 위치하는 과정이다.

3단계는 피 실험자가 아래로 내려가는 움직임이 관찰되는 하강하는 과정으로 바닥까지 안착하는 과정이다. 4단계는 피 실험자가 경사식구조대 안에서 밖으로 나와서 걸어 나가기까지 과정이다.

공기안전매트 실험과정은 Figure 5, Table 6에서처럼 4단계로 구분된다. 1단계는 공기안전매트가 설치되는 과정이다. 본 실험에서는 모두 설치된 상태로 실험을 진행하였고, 공기안전매트를 설치하기 위해서는 적어도 4명이 필요하고, 설치시간은 반복적인 설치를 반복하여 평균시간으로 결정하였다. 2단계는 낙하위치과정으로 피 실험자가 공기안전매트 점프 단상에서 떨어 위치를 선정하고, 목표지점을 확인하는 과정이다. 3단계는 피 실험자가 힘껏 점프하여 공기안전매트의 정중앙 위치에 안착하는 과정이다. 4단계는 피 실험자가 공기안전매트 위에서 내려와 걸어 나가는 데 까지 걸리는 과정이다.

### 2.3 실험분석

연구과정에서 시도된 모든 활동들은 디지털 캠코더를

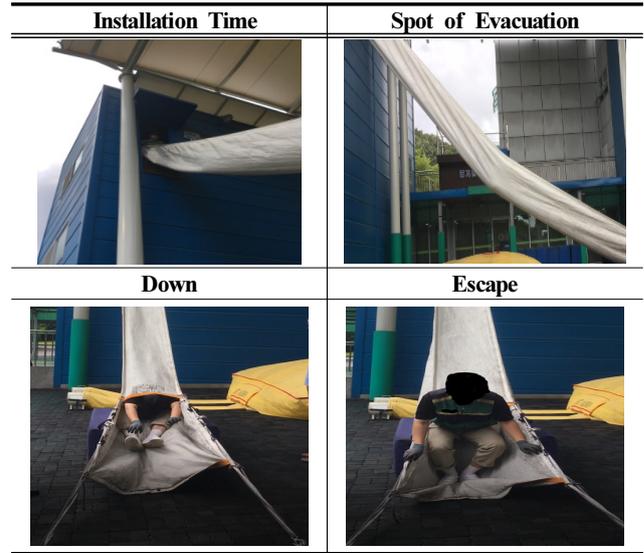


Figure 4. TDRL experimental 4 steps.

Table 5. Tilt-Down Rescue Line Experimental Steps

| Stage Classification | Tilt-Down Rescue Line Training Scenario  |
|----------------------|--|
| Explanation          | Usage, Precautions, Checklist  |
| Preparations         | Open the rescue box and lower the rescue line<br>Two or more people on the floor immediately hold the edge and fix it at a slope of 45°. |
| Descent preparation  | Put the bridge at the entrance and prepare to descend.   |
| Descent              | Put your head down, wrap your legs, spread your legs and adjust the speed.   |
| Escape               | Bend your body and come out quickly.   |

사용하여 녹화 분석되었으며, 입력된 데이터는 엑셀을 이용하여 통계 처리하여 정리하였으며, SPSS 버전 20.0(IBM Inc., Chicago, IL) 통계프로그램을 이용하여 그룹간의 내용을 분석하였다. 대상자의 일반적 특성은 빈도와 백분율로 산출하고, *p* 값이 0.05 미만인 경우 통계적으로 유의한 것으로 판단하였다.

### 3. 연구결과

본 연구에서의 실험대상자들의 일반적인 특징 Table 7에서 20~50대까지 키와 몸무게가 비슷한 대상자들로 구성하였고, 20대가 전체 5명(6.41%), 30대 42명(53.85%), 40대 25명(32.05%), 50대 6명(7.69%) 포함되었다. 각 피난기구에 20회씩 실험 할 수 있도록 하였다.

피난기구의 사용법 설명은 실험에 대한 모든 내용을 10분으로 제한하였고, 사용방법 설명 5분, 주의사항에 대한 설명 5분 전체실험 대상자들에게 모두 동일하게 이루어졌

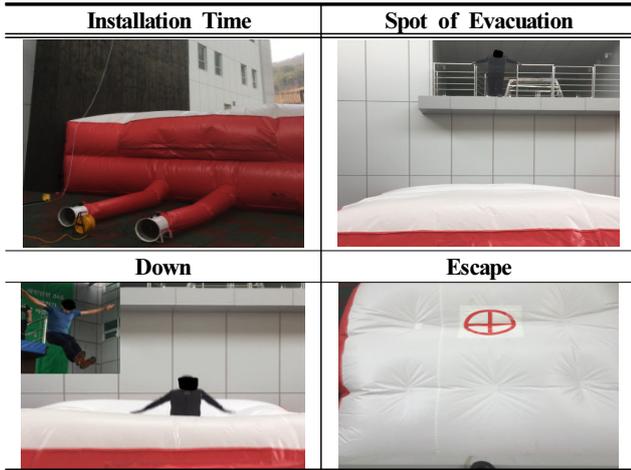


Figure 5. Air safety mat experimental 4 steps.

Table 6. Air Safety Mat Experimental Steps

| Stage classification | Air Safety Mat Training Scenario  |
|----------------------|---|
| Explanation          | Usage, Precautions, Checklist   |
| Preparations         | Spread out on the floor on an air safety mat. Connect the fan to electricity and let the air inflate. |
| Descent preparation  | Jump away and fall from your hips.  |
| Descent              | Make sure you fall in the middle of the mat.  |
| Escape               | Roll out sideways.  |
| Air molding          | The time that the air of the mat swells again   |

Table 7. Demographic Characteristics

| Characteristics (Total 80) |       | Descending Life Line | Air Safety Mat | Tilt-Down Rescue Line | Vertical Escape Chute | Total      |
|----------------------------|-------|----------------------|----------------|-----------------------|-----------------------|------------|
| Sex                        | Men   | 20                   | 20             | 20                    | 20                    | 80         |
|                            | N/(%) | 100                  | 100            | 100                   | 100                   | 100        |
| Age N/(%)                  | 20    | 2 (7.53)             | 1 (3.61)       | 1 (3.42)              | 3 (12.3)              | 5 (6.41)   |
|                            | 30    | 9 (40.13)            | 11 (49.81)     | 8 (34.84)             | 14 (67.64)            | 42 (53.85) |
|                            | 40    | 7 (39.22)            | 7 (39.87)      | 9 (49.14)             | 2 (12.59)             | 25 (32.05) |
|                            | 50    | 2 (13.12)            | 1 (6.71)       | 2 (12.59)             | 1 (7.47)              | 6 (7.69)   |
|                            | Total | 20 (100)             | 20 (100)       | 20 (100)              | 20 (100)              | 80 (100)   |

Table 8. Descending Life Line (DLL)

|         | Install Time | Descent Preparation | 12 m | 7 m  | 3 m  | Ground | Next Escape | Total Time |
|---------|--------------|---------------------|------|------|------|--------|-------------|------------|
| Max     | 30           | 25                  | 1    | 4    | 4    | 3      | 27          | 94         |
| Min     | 30           | 10                  | 1    | 3    | 3    | 1      | 12          | 60         |
| Average | 30           | 18.9                | 1    | 3.75 | 3.75 | 2.95   | 20.35       | 80.7       |

Table 9. Tilt-Down Rescue Line (TDRL)

|         | Install Time | Descent Preparation | 12 m | 7 m | 3 m | Ground | Next Escape | Total Time |
|---------|--------------|---------------------|------|-----|-----|--------|-------------|------------|
| Max     | 60           | 17                  | 2    | 1   | 1   | 1      | 8           | 90         |
| Min     | 60           | 10                  | 1    | 1   | 1   | 1      | 4           | 78         |
| Average | 60           | 12.3                | 1.1  | 1   | 1   | 1      | 4.95        | 81.35      |

다. 그리고 피난기구 설치 준비시간은 기구를 실제 설치하고, 착용하는데 까지 시간을 의미한다. 낙하준비는 낙하 전까지의 준비 자세를 말하며, 이 자세가 안정적으로 형성이 되어야 낙하할 때 위험이 감소한다.

그리고 낙하를 기준으로 12 m, 7 m, 3 m 그리고 지상을 기준으로 머무르는 시간을 측정하였고, 다음사람이 탈출할 준비 가능한 상태를 상하 교대시간을 마지막으로 측정하였다. 실험결과 다수의 사람이 탈출할 경우 시간을 최소화하기 위한 방법은 낙하준비시간을 최소화하고, 다음사람이 탈출할 수 있도록 준비된 상태로 해 놓아야 다음사람이 내려올 준비가 되는 것으로 분석되었다.

완강기 실험에 대한 분석 시간 Table 8을 보면 낙하 준비하는 과정에서 피 실험자마다 차이를 보였고, 최대의 시간

소비는 25 s, 최소는 10 s, 그리고 평균은 18.9 s로 분석되었다. 이는 높은 곳에서의 두려움으로 인한 행동의 차이를 보인다. 완강기는 조속기의 속도조절에 의해 1 s에 1-2 m 하강하는 것으로 분석되었고, 하강시간에 대해서는 큰 차이가 없었다. 다음탈출의 준비시간은 다음사람이 탈출할 수 있도록 완강기 끈을 끝까지 당겨진 상태로 해 놓는 것이다. 그러나 이 시간의 차이도 최대 27 s, 최소 12 s로 15 s 이상의 차이를 보였다. 실제 낙하시간 분석에 대한 차이는 큰 차이가 없었다. 시간소비차이가 30 s 이상 나타나는 현상은 피 실험자의 행동차이로 나타났다.

경사식구조대 실험에 대한 분석 시간 Table 9를 보면 낙하준비시간에서 최대는 17 s, 최소는 10 s로 분석되었다. 그리고 낙하시간에 대한 분석은 대부분 4 s 정도로 나타났

**Table 10.** Vertical Escape Chute (VEC)

|         | Install Time | Descent Preparation | 12 m | 7 m | 3 m  | Ground | Next Escape | Total Time |
|---------|--------------|---------------------|------|-----|------|--------|-------------|------------|
| Max     | 60           | 17                  | 8    | 8   | 7    | 8      | 15          | 123        |
| Min     | 60           | 8                   | 4    | 4   | 4    | 4      | 7           | 91         |
| Average | 60           | 12.3                | 5.3  | 5.4 | 5.25 | 5.35   | 10.6        | 104.2      |

**Table 11.** Air Safety Mat (ASM)

|         | Install Time | Descent preparation | 12 m | 7 m | 3 m | Ground | Next Escape | Total Time |
|---------|--------------|---------------------|------|-----|-----|--------|-------------|------------|
| Max     | 120          | 5                   | 1    | 1   | 1   | 1      | 22          | 151        |
| Min     | 120          | 4                   | 1    | 1   | 1   | 1      | 10          | 138        |
| Average | 120          | 4.05                | 1    | 1   | 1   | 1      | 15.4        | 143.45     |

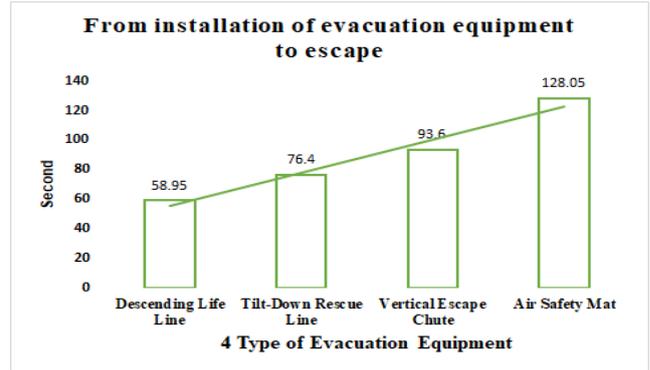
**Table 12.** Comparison of Average of All Evacuation Equipment Evacuation Time

|                 | Install Time | Descent Preparation | 12 m | 7 m  | 3 m  | Ground | Next Escape | Total Time |
|-----------------|--------------|---------------------|------|------|------|--------|-------------|------------|
| Descending      | 30           | 18.9                | 1    | 3.75 | 3.75 | 2.95   | 20.35       | 80.7       |
| Vertical escape | 60           | 12.3                | 1.1  | 1.0  | 1.0  | 1.0    | 4.95        | 81.35      |
| Tilt-down       | 60           | 12.3                | 5.3  | 5.4  | 5.25 | 5.35   | 10.6        | 104.2      |
| AirSafety       | 120          | 4.05                | 1.0  | 1.0  | 1.0  | 1.0    | 15.4        | 143.4      |

다. 그리고 다음탈출에 대한 분석은 최대 8 s, 최소 4 s로 분석되었다. 이처럼 낙하준비 시간과 다음 탈출 준비시간에 대한 분석만 차이를 보였는데 이는 피 실험자의 행동차이에 의한 것으로 분석되었다.

수직구조대 시간에 대한 분석 내용 Table 10을 보면 낙하위치까지 자세를 잡기 위해서 차이를 보였고, 최대가 17 s 최소가 8 s 그리고 평균은 12.3 s로 분석되었다. 수직구조대는 다른 피난기구와는 다르게 하강하는 시간이 걸리는 것으로 분석되었다. 각 층에서 최대 8 s, 최소 4 s로 분석되었고, 대부분 탈출 시간이 최소 30 s 이상 소비되는 것으로 나타났고, 평균 44.2 s로 분석되었다. 이는 수직구조대의 구조상 내부에 S자 모형의 협축부가 형성되어 있어 빠르게 내려오지 않고, 피난자가 직접 공간을 확보하며 내려오는 방식이기 때문이다.

공기안전매트 실험에 대한 분석 시간 Table 11을 보면 설치시간이 다른 기구에 비해 2배 이상 필요한 것으로 나타났다. 이는 사용을 위해서 펼쳐야 하고, 펼친 후에 공기성형을 위해 전기식 팬을 이용해 공기를 불어넣는데 까지 시간이 걸리기 때문이다. 그러나 사용 준비가 완료되면 탈출 시간은 매우 빠르다. 각 층별 분석시간은 대부분 1 s 미만으로 나타났다. 그러나 다음 탈출을 위해 공기안전매트가 재 성형되기까지는 별도의 시간이 필요하다. 그리고 탈출 시 실제 높이를 눈으로 확인하고 뛰어내리기 때문에 고소공포증이 있는 경우라면 뛰는 것이 불가할 수도 있다.



**Figure 6.** From Installation of Evacuation Equipment to escape.

모든 피난기구의 설치에서부터 다음탈출 준비까지의 평균시간을 비교분석한 결과 Table 12를 보면 설치시간은 완강기가 가장 빠르게 30 s 정도에 설치할 수 있고, 경사식구조대와 수직구조대는 1분 정도의 시간이 필요했으며, 공기안전매트는 2분 정도의 시간이 필요했다. 공기안전매트는 비치되어 있을 수는 있어도 설치되어 있을 수는 없기 때문에 위기상황 발생하면 사람들에 의해 운반되어 설치되어야 한다. 낙하준비까지 시간을 비교해 보면 공기안전매트가 가장 적은 4.05 s이고, 완강기의 시간이 18.9 s로 나타났고, 경사식구조대와 수직구조대는 12.3 s로 분석되었다.

Figure 6에서 전체평균 분석시간을 비교해보면 완강기는 58.95 s, 경사식구조대는 76.4 s, 수직구조대는 93.6 s 그리고 공기안전매트는 128.05 s로 분석되었다. 설치시간이 많이 걸리는 공기안전매트는 상대적으로 탈출 시간에서는 적었고, 완강기는 설치시간과 탈출 시간 모두 적었다. 경사식구조대는 설치시간 60 s이지만 다음탈출 준비까지의 시간은 4.95 s로 가장 빠른 시간으로 분석되었다. 완강기 다음으로 가장 적은 시간이 소요되는 경사식구조대는 육지(바닥)에서 4~6명이 붙잡아줘야 탈출이 가능한 단점이 있다. 수직구조대는 낙하되는 구조대 안에서의 시간이 다른 기구에 비해 많이 소비되는 것으로 분석되었다. 이는 수직구조대 안에 S자 형의 스테인레스 스프링이 구조화되어 외부포지, 중간포지, 내부포지의 3층으로 구성되어 속도가 조절되면서 하강할 수 있기 때문에 시간소비가 많은 이유다.

Figure 7에서 모든 피난기구의 탈출시간만을 분석했을 경우에는 가장 적은 시간이 소요되는 것이 공기안전매트 8.05 s이고, 경사식구조대 16.4 s로 분석되었다. 완강기와 수직구조대는 탈출과정에서 다음사람이 탈출할 수 있는 준비가 되기까지는 시간이 필요한 것으로 나타났다. 공기안전매트는 다음 사람이 준비되기 위해서는 매트 공기가 성형이 되기까지 30 s의 시간이 더 필요했다.

실험을 통해 파악된 피난기구의 장단점을 나타낸 Table 13 결과를 살펴보면 완강기가 설치되면 가장 빠른 시간 안에 피난이 가능한 장점이 있고, 높은 곳에서의 공포심 유발과 안전띠로만 체중을 지탱하므로 가슴통증을 유발했다. 수직

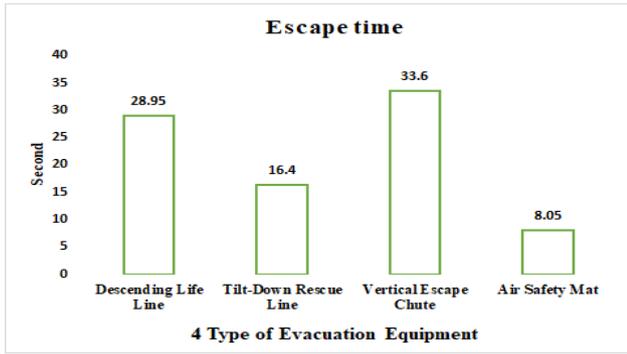


Figure 7. Escape time.

Table 13. Comparison of Strengths and Weaknesses Through Analysis Results

|                 | Advantages   | Disadvantages  |
|-----------------|--|--|
| Descending      | Cheaper than other appliances, Rapid evacuation                  | Inducing fear from a high place, Induction of chest pain by seat belt                      |
| Vertical escape | The visual field that induces fear is blocked.                   | It takes time in the process of falling  |
| Tilt-down       | Rapid evacuation, The visual field that induces fear is blocked. | We need human resources who can take in from the land                                      |
| Air safety mat  | If installed, quick evacuation is possible                       | Inducing fear from a high place, Long installation time, Charging time takes 30 s or more. |

Table 14. 1<sup>st</sup> & 2<sup>nd</sup> Experiment Comparison of Descending Life Line

|                      | 1 <sup>st</sup> Experiment | 2 <sup>nd</sup> Experiment | P-value |
|----------------------|----------------------------|----------------------------|---------|
| Descending Life Line | 78.85                      | 62.9                       | 0.006 * |

구조대는 공포심 유발하는 시야가 가려짐으로 인해 안정감을 느낄 수 있었고, 탈출과정에서 다른 기구에 비해 시간이 걸린다는 단점이 있었다. 경사식구조대는 밑에서 잡아주는 인력이 필요하고, 공기안전매트는 설치 시 인력과 시간이 많이 필요했다.

Table 14 결과를 살펴보면 1차 2차 완강기 탈출실험 분석결과 탈출 시간이 1차 때보다 2차 실험에서 현저하게 줄어드는 것으로 나타났고, 이는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $p = .006$ ). 이렇게 차이가 있었던 두 가지 이유는 첫째, 피난기구를 처음 접하는 피 실험자가 높은 곳에서의 두려움 때문에 신속히 행동하지 못했다. 둘째, 다음 행동에 대한 절차가 익숙하지 않았기 때문이었다. 이러한 결과를 토대로 위기상황 발생 시 피난시간을 줄이기 위해서는 반복체험교육을 통해 피난기구 사용 시간을 줄일 수 있다 하겠다.

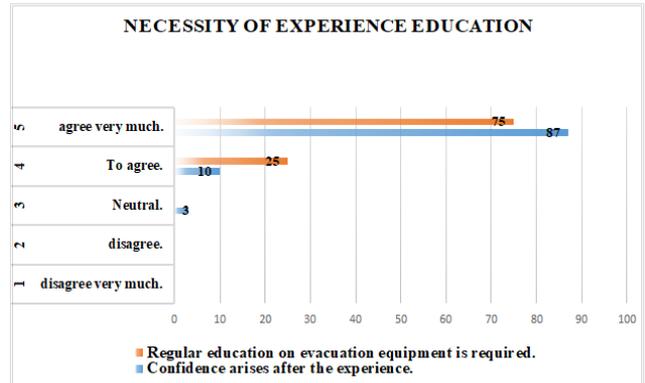


Figure 8. Necessity of experience education.

Figure 8 피난기구 실험에서 1차 2차 실험까지 참여한 피 실험자들에게 조사한 설문결과를 보면 ‘체험 후 피난기구 사용에 자신감이 생긴다’ 내용에 87% 이상이 매우긍정의 답변을 하였다. ‘피난기구 체험교육은 정기적으로 필요하다’ 는 문항에는 75% 이상이 매우긍정적인 답변을 하였다.

#### 4. 결 론

첫째, 피난기구에 따라 탈출 속도는 달랐고, 탈출에 필요한 단계별 소요시간도 달랐다.

둘째, 완강기를 사용하여 탈출하는 시간은 실제 낙하 시간은 사람마다 차이가 없었지만 낙하자세를 취하는 것과 지상에서 다음사람이 탈출할 수 있도록 준비하는 과정의 시간이 달랐다. 경사식구조대는 낙하준비시간은 실험자마다 차이가 있었지만 낙하시간은 거의 비슷하게 나타났다. 수직구조대는 높은 곳에서 탈출 시에 시야가 가려져 공포심을 덜 유발하는 장점이 있지만 탈출과정에서 다른 기구에 비해 시간이 걸린다는 점이 다르다. 공기안전매트는 설치 시 시간과 인력, 전기가 필요하고, 탈출 시에는 빠른 시간 안에 가능하지만 위험성이 존재하고, 다음사람이 탈출 시 까지 매트 공기성형 시간이 필요하다.

셋째, 피난기구 설치에서부터 탈출까지의 전체시간 분석에서 완강기-경사식구조대-수직구조대-공기안전매트 순으로 탈출시간이 소요되었다.

넷째, 피난기구의 탈출시간만 분석했을 경우에는 공기안전매트-경사식구조대-완강기-수직구조대 순으로 탈출시간이 분석되었다.

본 연구의 결과를 토대로 피난기구 별 탈출 시간을 보면 낙하 시에는 시간의 거의 모두 비슷하게 측정이 되었으나, 낙하 전에 준비과정과 낙하 후의 시간에서 많은 시간이 소비가 되었다. 이는 완강기의 1차 2차 실험에서 나타난 것처럼 1차 시간은 경험 후에 2차 시도에서 시간이 줄어들었다. 이처럼 체험을 통한 교육은 행동의 자신감 증가와 시간의 관리가 가능한 것으로 나타났다. Jung 등<sup>(6)</sup>의 선행 연구에서도 교육과 훈련을 통해 행동의 변화와 시간의 개선이 나

타난 것처럼 안전을 위한 교육을 통해 행동과 시간의 관리 개선 노력이 필요한 것으로 사료된다.

## References

1. National Fire Agency, “National Fire Data System, Fire Statistical Yearbook”, pp. 73-80, <https://www.nfds.go.kr/index.do> (2018).
2. W. J. Lee and C. S. Lee, “A Survey Study on the Learner’s Recognition about the Descending Life Lines for the Fire Emergency Escaping Purpose”, *Fire Science and Engineering*, Vol. 32, No. 2, pp. 73-81 (2018).
3. W. H. Han, “Study on Stagnation Factors Analysis and Improvement Methods through an Evacuation Experiment”, *Fire Science and Engineering*, Vol. 32, No. 2, pp. 57-66 (2018).
4. L. S. Bae, “Efficiency Evaluation of Evacuation Equipment in the Neighborhood Facilities-focused on Descending Lifeline and Elevating Equipment for Evacuation”, Master’s Thesis, Pukyong National University, p. 19 (2016).
5. E. S. Park, J. M. Lee, J. W. Han and S. H. Min, “A Simulation Study for the Field Adaptability of Evacuation Device Development”, *Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation*, Vol. 18, No. 5, pp. 177-184 (2018).
6. S. H. Joung and M. O. Yoon, “Vertical Evacuation Speed in Stairwell of a High-rise Office Building”, *Fire Science and Engineering*, Vol. 29, No. 3, pp. 13-20 (2015).